

PCT/SE 97 90194562

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen



REC'D 01 JUL 1997  
WIPO PCT

Intyg  
Certificate

*Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.*

*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*

(71) Sökande Asea Brown Boveri AB, Västerås SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 9700356-0  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1997-02-03  
Date of filing

PRIORITY DOCUMENT

Stockholm, 1997-06-26

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Evy Morin*  
Evy Morin

Avgift  
Fee

PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

Föreliggande uppfinning hänför sig till området för roterande elektriska maskiner, exempelvis synkronmaskiner, men även dubbelmatade maskiner, tillämpningar i asynkrona strömriktarkaskader, ytterpolmaskiner och synkronflödesmaskiner, 5 och är avsedd att användas vid höga spänningar, varmed här avses elektriska spänningar, som i första hand överstiger 10 kV. Ett typiskt arbetsområde för en anordning enligt uppfinningen kan vara 36 - 800 kV.

Uppfinningen avser en statorlindning i en roterande 10 elektrisk maskin av i patentkravets 1 ingress angivet slag.

Det till grund för uppfinningen liggande problemet har aktualiserats vid en högspänd elektrisk växelströmsmaskin, i första hand avsedd som en generator i en kraftstation för alstring av elektrisk effekt. Dylika maskiner har tidigare 15 konventionellt utformats för spänningar i intervallet 15-30 kV, och 30 kV har normalt ansetts vara en övre gräns. Detta innebär normalt att en generator måste anslutas till kraftnätet via en transformator, som transformerar upp spänningen till nätets nivå, dvs. området ca 130-400 kV.

20 Genom att i maskinens statorlindning använda högspända isolerade elektriska ledare, i det följande benämnda kablar, med fast isolation av likartat utförande som kablar för överföring av elkraft (exempelvis s.k. PEX-kablar) kan maskinens spänning höjas till sådana nivåer att den kan direkt anslutas till 25 kraftnätet utan mellanliggande transformator. Därigenom kan upptransformatorn och en högströmsbrytare elimineras, vilket ger en lägre total anläggningskostnad.

Normalt utföres alla större generatorer med två-skiktsslindning och lika stora härvor. Varje härv placeras med 30 den ena sidan i det ena skiktet och den andra sidan i det andra

skiktet. Detta innebär att samtliga härvor korsar varandra i härvänderna. I högspänningssmaskiner är det spår i statorn i vilka härvorna förlägges betydligt djupare med typiskt 10-12 eller upp till 18 och i vissa fall ännu fler lindningsskikt. Däriigenom 5 blir antalet härvänder stort med många korsningar, vilket försvårar lindningsarbetet och även gör att härvänderna kan skjuta ut i luftgapet mellan statorn och rotorn. Ett annat problem är en större risk för nötning som uppstår vid alla korsningspunkter mellan härvorna.

10 Syftet med föreliggande uppfinning är att lösa detta problem med de stora härvändspaketen och minimera antalet korsningar mellan lindningshärvorna. Detta syfte har uppnåtts genom att statorlindningen enligt uppfinningen erhållit de i patentkraven angivna kännetecknen.

15 Uppfinningen är i första hand tänkt att användas vid och dess fördelar blir särskilt framstående med en högspänningsskabel av det slag som är uppbyggd av en kärna med ett antal kardeler, ett kärnan omslutande inre halvledande skikt, ett det inre halvledande skiktet omslutande isolerande 20 skikt och ett det isolerande skiktet omslutande yttre halvledande skikt. Speciellt avses en dylik kabel med en diameter i intervallet 20-200 mm och en ledningsarea i intervallet  $80-3000 \text{ mm}^2$ . Dylika applikationer av uppfinningen utgör sålunda föredragna utföringsformer av densamma.

25 Uppfinningen beskrives nedan närmare med hänvisning till bifogade ritningar, på vilka  
fig. 1 visar ett tvärsnitt genom kabel, använd vid uppfinningen,

fig. 2 visar en del av den ena änden av en stator, från vars ändyta utskjuter en mängd härvändar, av vilka endast ett fåtal har utritats.

fig. 3 i ett radiellt snitt visar ena halvan av en 5 växelströmsgenerator med en statorlindning enligt uppföringen,

fig. 4 visar en sektor av en statorplåt för en lindning enligt uppföringen,

fig. 5 visar ett schema över lindningen enligt en utföringsform av uppföringen och

10 fig. 6 visar ett härvändspaket radiellt sett från luftgapet med en lindning enligt uppföringen.

I fig. 1 visas en tvärsnittsvy av en kabel 101 använd vid föreliggande uppföring. Kabeln 101 innehåller en av ett antal kardeler bestående ledare 102 med cirkulärt tvärsnitt och 15 av exempelvis koppar. Denna ledare 102 är anordnad i mitten av kabeln 101. Runt ledaren 102 finns ett första halvledande skikt 103. Runt det första halvledande skiktet 103 finns ett isolationsskikt 104, t.ex. PEX-isolation. Runt isolationsskiktet 104 finns ett andra halvledande skikt 105. I detta fall 20 innehåller kabeln således ej det yttre skyddshölje som normalt omger en dylik kabel vid kraftdistribution. Kabeln kan vara av den i ingressen angivna storleksordningen.

I fig. 3 ses i ett diametralt snitt ena halvan av en högspänningsgenerator med en stator 106, en rotor 107 och 25 däremellan ett luftgap 108. I fig. 2 ses statorns inre, mot luftgapet 108 vettande yta 109. Statorn 106 har inåtriktade statortänder 110, som mellan sig avgränsar radiella spår 111 för upptagande av lindningens kablar 101. Genom de djupa spåren 111, som i det visade exemplet har plats för tolv kablar i varsin 30 utvidgning 112 i spåren 111, bildar lindningen ett stort antal

lager. Här avses med lager av lindningen lager på olika radiella avstånd från statorns centrumaxel mot statorryggen 115. Med skikt däremot avses skikt av lindningen på olika axiella avstånd från statorns ändytor.

5 Av fig. 2 framgår hur kabeln 101 bildar härvor 113, som sträcker sig fram och tillbaka axiellt genom statorn 106 och utanför statorns ändytor 114 bildar bågformiga härvändar. En härvor består således av ett varv av kabeln genom statorn. En härvgrupp omfattar lindningen för en fas. Den del av en  
10 härvgrupp som ligger i ett och samma lindningslager och vars härvändar ligger i olika skikt betecknas här härvgruppsdel.

Till skillnad mot tidigare kända flerskiks  
statorlindningar är härvorna 113 enligt uppfinnningen så  
anordnade att de inte korsar varandra inom samma härvgruppsdel.  
15 I fig. 2 ses en gruppdel om i detta fall fyra härvor 113a, 113b,  
113c och 113d så anordnade att de ligger axiellt, den ena  
utanför den andra och med väsentligen sammanfallande centra.  
Genom att härvan 113a har större diameter än härvan 113b, som i  
sin tur har större diameter än härvan 113c, som i sin tur har  
20 större diameter än härvan 113d, korsar eller berör dessa härvor  
inte varandra. Detta innebär att det antal spår 111 som  
respektive härvor överbrygger innan den skjuter ned i statorn  
igen varierar inom gruppdelens. Det vill säga att härvan 113d  
överbrygger minsta antalet spår och härvan 113a största antalet  
25 spår.

Lindningen sker vidare så, att kabeln i härvan vid  
övergång från det första spåret i den ena riktningen till det  
andra spåret i motsatt riktning byter position i spåret till  
närmast utanförliggande lindningslager. Detsamma sker vid  
30 återgång till det första spåret.

Som framgår av fig. 6 är härvgruppsdelarna så inbördes anordnade i omkretsled att varannan härvgruppsdel på sin väg till ett radiellt ytter lager ligger radiellt innanför nästföljande härvgruppsdel och varannan härvgruppsdel radiellt 5 utanför nästföljande härvgruppsdel. Sålunda går härvgruppsdelarna 116 på sin väg från position 1 i fyra intilliggande spår 111 radiellt innanför respektive nästföljande härvgruppsdel 117 på sin väg mot position 2 i fyra spår 111 under överbryggande av sju spår, medan härvgruppsdelarna 117 går radiellt utanför 10 respektive nästföljande härvgruppsdel 116. Genom detta arrangemang nedbringas härvändspaketets tillväxt med inte mindre än 50%.

I fig. 5 visas en utföringsform av lindningen enligt uppfinningen, kallad trappad slinglindning. Schemat visar 15 lindningen av en fas med kabeln U1. Som framgår börjar kabeln U1 i position 1 i spår 4 för att därefter bilda en härvända till position 2 i spår 11 och därefter bilda den innersta härvan i nästa härvgruppsdel genom att gå över till position 3 i spår 4 och därefter till position 4 i spår 11 och sedan position 1 i 20 spår 3 för att fortsätta till position 2 i spår 12 och så vidare. Härigenom bildas två härvgruppsdelar parallellt med vardera fyra härvor, varvid de fyra härvorna överbryggar sju, nio, elva respektive tretton spår.

I fig. 4 antydes dragningen av kabeln för två 25 härvgruppsdelar i positionerna 1-4 i spåren 1-4 och 11-14.

Förutom fördelen med den minskade radiella dimensionen på härvändspaketet uppstår genom lindningen enligt uppfinningen även hålrum, som på ett fördelaktigt sätt kan utnyttjas för uppstagning av härvändspaketet. Under drift vibrerar nämligen 30 kablarna, och för att undvika nötning mellan dessa krävs

uppstagnings-av kablarna. Oberoende av om dylik uppstagnings-  
anordning användes kan mellan kablarna i härvändspaketet  
anordnas en tryckfördelande och nötningsförhindrande hårdbar  
massa.

3  
1  
2  
3  
4  
5

PATENTKRAV

1. Statorlindning i en roterande elektrisk maskin, i vilken statorn (106) har radiella spår (111) för upptagande av lindningens kablar (101) i lager på olika radiella avstånd från luftgapet (108) mellan rotorn (107) och statorn (106), varvid den del av en kabel (101) som sträcker sig fram och tillbaka en gång genom statorn (106) mellan olika lager bildar en härva (113) med en bågformig härvända utskjutande från var ändyta (114) av statorn (106), varvid härvändarna bildar ett härvändspaket vid varje ände av statorn och härvorna (113) är uppdelade i härvgruppsdelar (116, 117) så att alla härvor (113) i samma härvgruppsdel är anordnade axiellt den ena utanför den andra med väsentligen sammanfallande centra och med successivt större diametrar, varvid det antal spår (111) som överbryggas av härvorna (113) successivt ökar inom härvgruppsdelen, kännetecknad av att kabeln utgöres av en högspänningsskabel (101) och att härvgruppsdelarna (116, 117) är så inbördes anordnade i omkretsled att varannan härvgruppsdel (116) på sin väg till ett radiellt yttre lager ligger radiellt innanför nästföljande härvgruppsdel (117) och varannan härvgruppsdel (117) radiellt utanför nästföljande härvgruppsdel (116).
2. Anordning enligt patentkravet 1, kännetecknad av att högspänningsskabeln (101) består av en kärna (102) med ett antal kardeler, ett kärnan (102) omslutande inre halvledande skikt (103), ett det inre halvledande skiktet omslutande isolerande skikt (104) och ett det isolerande skiktet omslutande yttre halvledande skikt (105).
3. Anordning enligt patentkravet 2, kännetecknad av att högspänningsskabeln (101) har en diameter i intervallet 20-200 mm och en ledningsarea i intervallet 80-3000 mm<sup>2</sup>.

4. Statorlindning enligt något av patentkraven 1-3, kännetecknad av att härvorna (113) bildas genom att kabeln (101) vid övergång från ett första spår till ett andra spår, liksom vid återgång till det första spåret, byter position till närmast 5 intilliggande lager, för att därefter övergå till närmast liggande två spår och där fylla motsvarande positioner, tills två härvgruppsdelar bildats samtidigt mellan tillhöpa fyra positioner i berörda spår, varpå kabeln (101) fortsätter på detta sätt tills dessa positioner fyllts i statorns (106) alla 10 spår (111).

5. Statorlindning enligt något av patentkraven 1-4, kännetecknad av en tryckfördelande och nötningsförhindrande härdbar massa mellan kablarna i härvändspaketet.

6. Roterande elektrisk maskin, kännetecknad av att den är 15 försedd med en statorlindning enligt något av patentkraven 1-5.

SAMMANDRAG

I statorlindningen i en roterande elektrisk maskin upptas lindningens kablar (101) i radiella spår (111) i statorn (106). Lindningen bildar lager på olika radiella avstånd från luftgapet (108) mellan rotorn (107) och statorn (106). Den del 5 av en kabel (101) som sträcker sig fram och tillbaka en gång genom statorn mellan olika lager bildar en härva (113) med en bågformig härvända utskjutande från var ände (114) och statorn (106). Härvor (113) är uppdelade i härvgruppsdelar (116, 117). Alla härvor (113) i samma härvgruppsdel är anordnade axiellt den 10 ena utanför den andra med väsentligen sammanfallande centra och med successivt större diametrar. Kabeln utgöres av en högspänningsskabel (101). Härvgruppsdelarna (116, 117) är så 15 inbördes anordnade i omkretsled att varannan härvgruppsdel (116) på sin väg till ett radiellt yttre lager ligger radiellt innanför nästföljande härvgruppsdel (117).

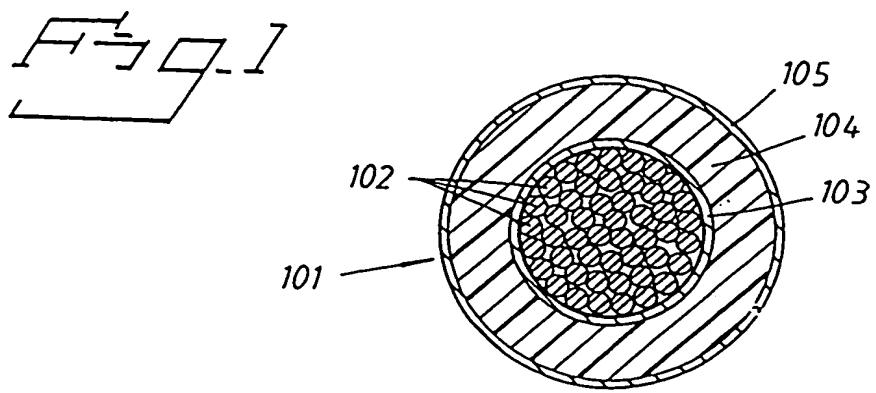


Fig. 6

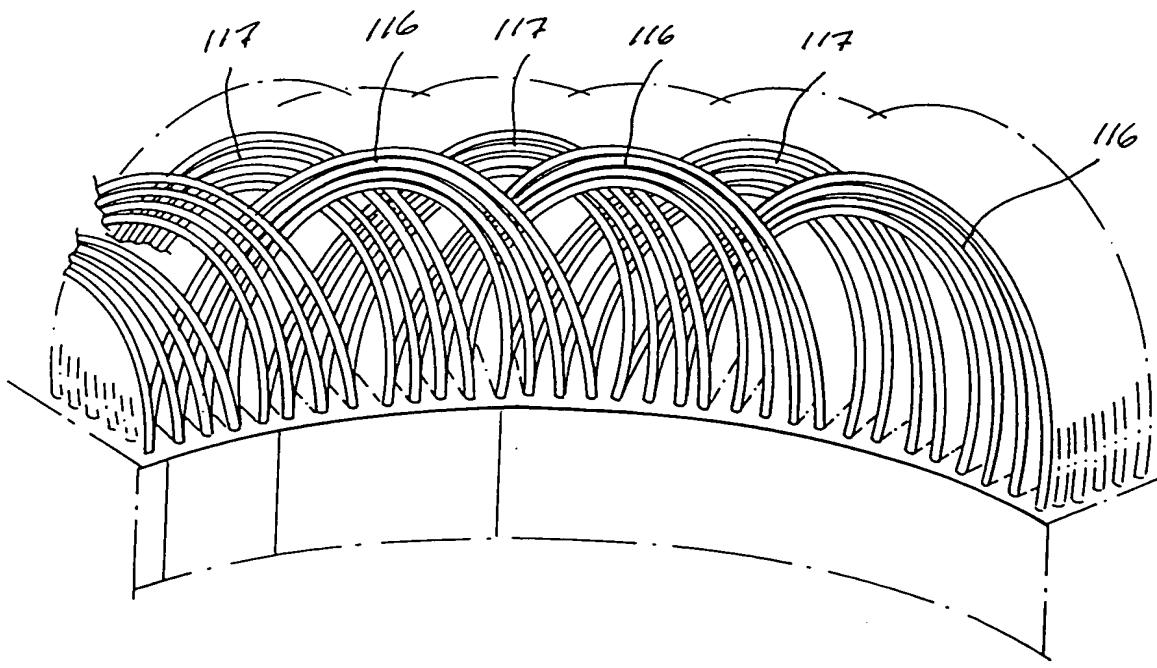


FIG. 2

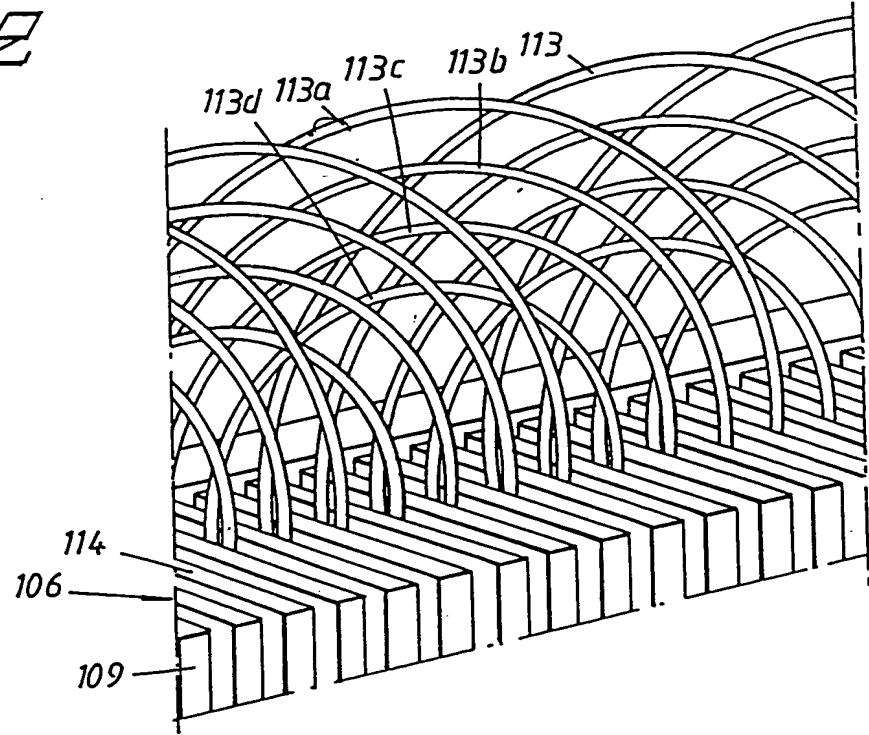


FIG. 3

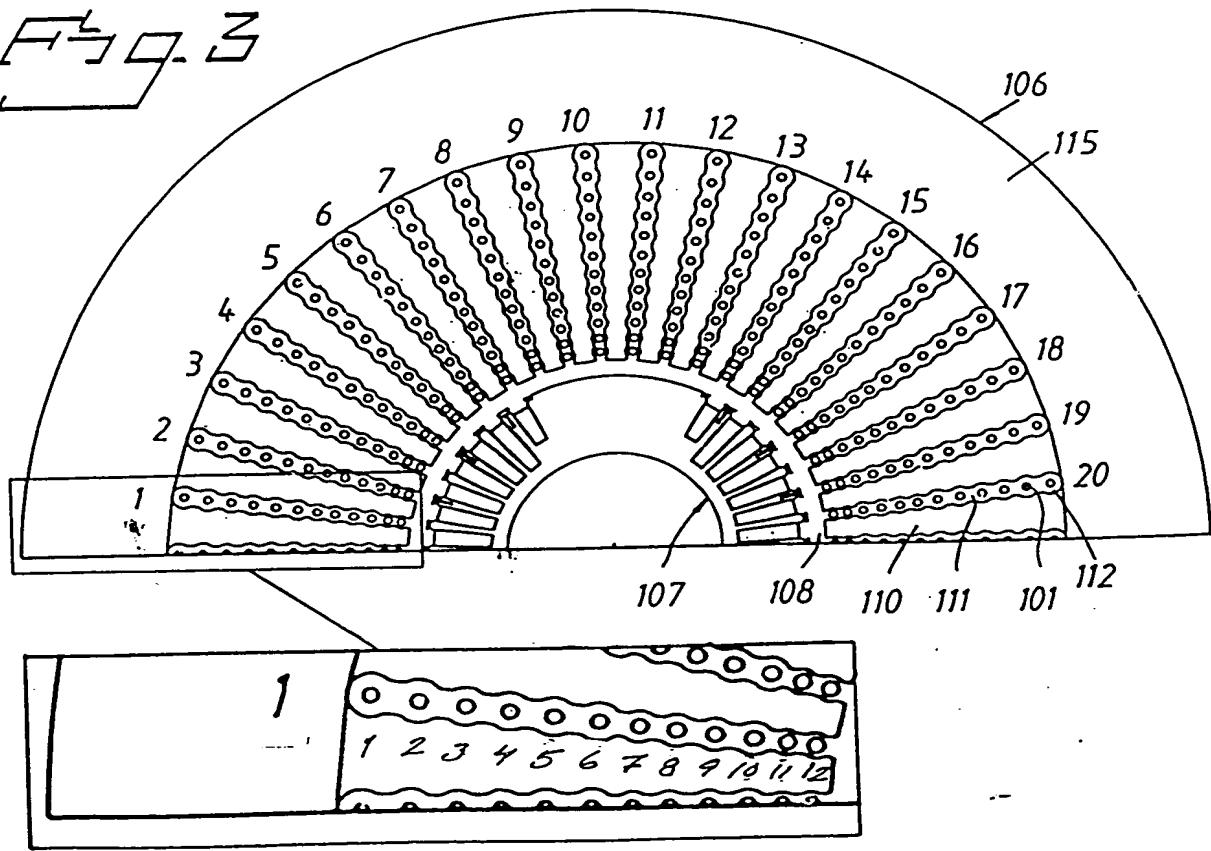
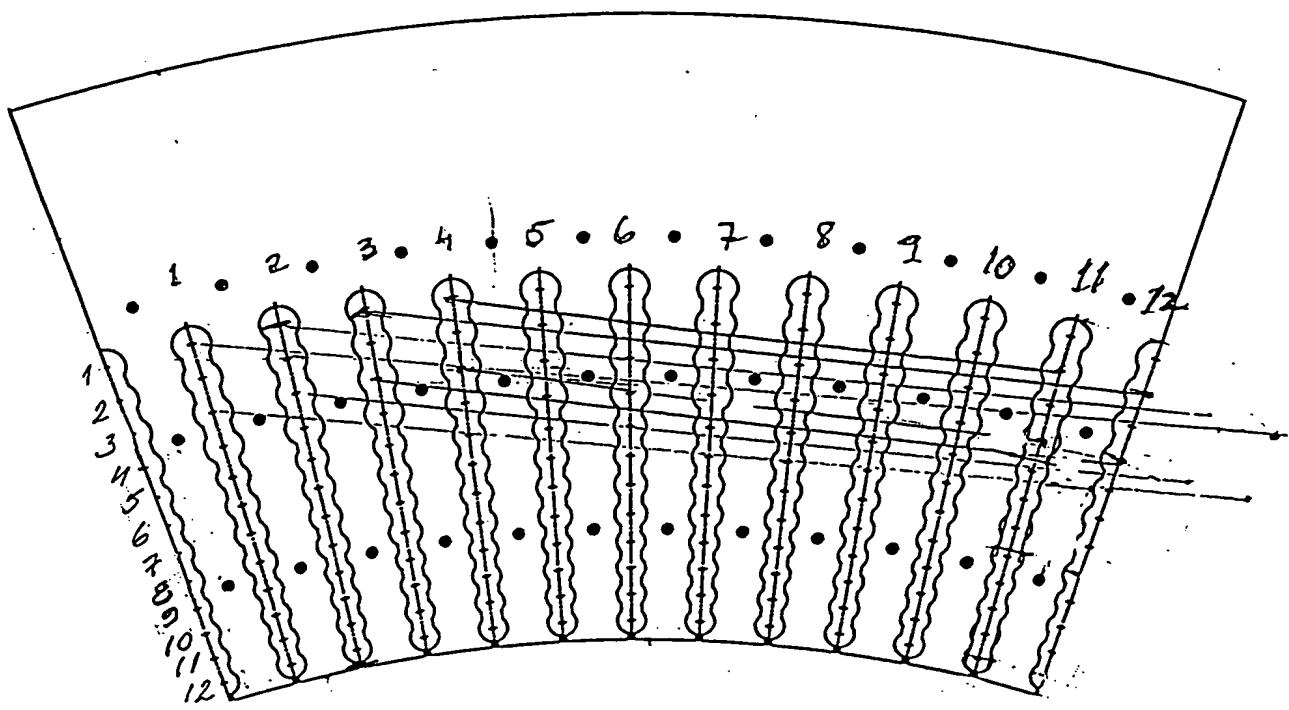


Fig. 4



کے  
جی.

SPAR POSITION	U1	27-1	26-1	25-1
4-1	[3 -1]	[2 -1]	[16-1]	[15-1]
11-2	[12-2]	[14-2]	[23-2]	[24-2]
4-3	[3 -3]	[2 -3]	[1 -3]	[15-3]
11-4	[12-4]	[13-4]	[14-4]	[23-4]
40-1	[39-1]	[38-1]	[37-1]	[52-1]
47-2	[48-2]	[49-2]	[50-2]	[59-2]
40-3	[39-3]	[38-3]	[37-3]	[52-3]
47-4	[48-4]	[49-4]	[50-4]	[59-4]
76-1	[75-1]	[74-1]	[73-1]	[88-1]
83-2	[84-2]	[85-2]	[86-2]	[95-2]
76-3	[75-3]	[74-3]	[73-3]	[88-3]
83-4	[84-4]	[85-4]	[86-4]	[95-4]
112-1	[111-1]	[110-1]	[109-1]	U1
119-2	[120-2]	[1 -2]	[2 -2]	
112-3	[111-3]	[110-3]	[109-3]	
119-4	[120-4]	[1 -4]	[2 -4]	